

3D-Slicer 联合 sina 软件辅助椎弓根置钉在椎管内肿瘤手术中的应用

宋旭东 刘 毅 罗 波 王潇娅

【摘要】目的 探讨 3D-Slicer 联合 sina 软件辅助椎弓根置钉技术在椎管内肿瘤手术中的应用效果。**方法** 回顾性分析 2018 年 1 月至 2021 年 1 月手术治疗的 46 例椎管内肿瘤的临床资料。术中应用 3D-Slicer 联合 sina 软件辅助定位置钉 26 例(观察组), 徒手定位置钉 20 例(对照组)。术后行 C 臂、CT 扫描, 按照 Gertzbein-Robbins 方法评估置钉的准确性。**结果** 观察组术中射线量、单钉置入时间、术中出血量、术后术区引流量、术后住院时间均明显低于对照组($P<0.05$)。观察组置钉穿破皮质骨发生率(16.38%)、不良置钉率(5.17%)、术中调整置钉率(18.10%)明显低于对照组(分别 31.11%、13.33%、37.78%; $P<0.05$)。两组血管神经损伤及术后 1 年内钉棒相关并发症发生率均无统计学差异($P>0.05$)。**结论** 与徒手定位置钉相比, 3D-Slicer 联合 sina 软件辅助椎弓根置钉, 明显提高置钉的准确性, 并具减少手术相关的副损伤, 缩短住院时间。

【关键词】 椎管内肿瘤; 显微手术; 椎弓根置钉; 3D-Slicer 软件; sina 软件

【文章编号】 1009-153X(2022)05-0341-04 **【文献标志码】** A **【中国图书资料分类号】** R 739.42; R 651.1*1

Application of 3D-Slicer combined with sina software assisted pedicle screw placement to surgery for intraspinal tumors

SONG Xu-dong, LIU Yi, LUO Bo, WANG Xiao-ya. Department of Neurosurgery, Nanchong Central Hospital, Nanchong 637000, China

【Abstract】 Objective To investigate the value of 3D slicer combined with sina software assisted pedicle screw placement in the surgery for the patients with intraspinal tumor. **Methods** A retrospective analysis was performed on the clinical data of 46 patients with intraspinal tumor who underwent microsurgery from January 2018 to January 2021. The 3D-Slicer combined with sina software assisted pedicle screw placement was used in 26 patients (observation group), and conventional freehand pedicle screw placement was used in 20 patients (control group). All the patients underwent C-arm and CT scan after pedicle screw placement, and the accuracy of pedicle screw placement was evaluated by Gertzbein-Robbins method. **Results** The amount of intraoperative radiation, the finish time of single screw, the mount of intraoperative blood loss, the postoperative drainage volume and postoperative hospital stay in the observation group were significantly less than those in the control group ($P<0.05$). The rates of broken cortical bone, bad screw placement and intraoperative adjustment of screw placement in the observation group (16.38%, 5.17% and 18.10%, respectively) were significantly lower than those (31.11%, 13.33% and 37.78%, respectively) in the control group ($P<0.05$). There were no significant differences in the rates of vascular nerve injury and pedicle screw placement related complications within 1 year after surgery between both the groups ($P>0.05$). **Conclusions** Compared with conventional freehand pedicle screw placement, 3D-Slicer combined with sina software assisted pedicle screw placement significantly improves the accuracy of screw placement, reduces surgery-related side injuries, and shortens hospital stay.

【Key words】 Intraspinal tumor; Microsurgery; Pediclescrewplacement; 3D Slicer software; Sina software

椎管内肿瘤手术的两大基本原则是完整地切除肿瘤和保持脊柱的稳定性^[1]。椎弓根螺钉固定是椎管内肿瘤切除术后保持脊柱稳定性的常用方法^[2]。由于椎弓根形态特殊, 椎体旁血管及神经丰富, 因此, 椎弓根穿刺及置钉过程中定位困难、风险较高。

目前, 精准定位和定向是椎管内肿瘤手术的热点和难点^[3]。本文对比 3D-Slicer 联合 sina 软件辅助置钉与徒手置钉内固定的准确性与安全性。

1 资料与方法

1.1 一般资料 纳入标准: ①首次行椎管内肿瘤切除+椎弓根内固定术治疗; ②术后病理证实为椎管内肿瘤; ③临床和病理资料完整; ④术后至少随访 1 年; ⑤年龄<75 岁。排除标准: ①肿瘤灶广泛转移; ②肿瘤复发; ③合并严重肝肾等重要器官功能障碍。

doi:10.13798/j.issn.1009-153X.2022.05.002
基金项目: 四川省卫生计生委科技项目(18PJ430)
作者单位: 637000 四川, 南充市中心医院神经外科(宋旭东、刘 毅、罗 波、王潇娅)

回顾性分析 2018 年 1 月至 2021 年 1 月手术治疗的 46 例椎管内肿瘤的临床资料。3D-Slicer 联合 sina 软件辅助定位置钉 26 例(观察组),其中男 17 例,女 9 例;年龄(52.35 ± 12.04)岁;椎管内硬脊膜外肿瘤 7 例,硬脊膜内髓外肿瘤 16 例,脊髓髓内肿瘤 3 例;颈椎 4 例,胸椎 15 例,腰椎 7 例。传统徒手定位置钉 20 例(对照组),其中男 9 例,女 11 例;年龄(48.60 ± 12.94)岁;椎管内硬脊膜外肿瘤 4 例,硬脊膜内髓外肿瘤 14 例,脊髓髓内肿瘤 2 例;颈椎 6 例,胸椎 10 例,腰椎 4 例。两组一般资料无统计学差异($P>0.05$)。本文经病人或家属签署知情同意书、经医院医学伦理委员会批准。

1.2 影像学检查 术前行 X 线、CT 及 MRI 平扫和增强等检查;术中由 C 臂确定置钉位置;术后和随访时行 X 线、CT 及 MRI 平扫和增强检查,观察置钉的位置及肿瘤有无复发。

1.3 软件应用 运行 3D-Slicer 软件(3D Slicer 4.11.2, Harvard University),以 DICOM 格式将 CT 扫描数据导入 3D-Slicer 软件,先运行 Editor,按顺序点击 PaintEffect、ThresholdEffect、SaveIslandEffect、Make-ModelEffect 等模块重建一个需要置钉的节段的脊柱模型;再运行 Ruler 测量椎弓根的宽度;然后,运行 CurveMaker 通过 Fiducial 放置两个点,测量其置钉虚拟长度,模拟置钉通道;通过调节透明度,同时显示脊柱和模拟的置钉通道;最后将影像保存后上传至手机供手术时使用(图 1)。

1.4 手术方法 全麻后,取俯卧位,行神经电生理监测。常规采用后正中入路充分剥离软组织暴露两侧椎板。

1.4.1 观察组 应用手机 Sina 软件图片透视重叠到术区真实位置,沿术前规划的虚拟置钉通道用克氏针建立真实置钉通道。切除椎板,充分显露并切除肿瘤,仔细止血。根据虚拟脊柱模型的测量数据选择合适的长度和直径的螺钉,沿克氏针建立的通道置入螺钉,行 C 臂透射扫描,评估螺钉置入的准确性并

予及时调整。

1.4.2 对照组 在切除椎板、充分显露并切除肿瘤后,根据解剖标志和术者的经验置入螺钉后,行 C 臂透射扫描并及时调整,评估螺钉置入的准确性。

1.5 置钉准确性的评估 按照 Gertzbein-Robbins 的方法^[4]评估置钉的准确性。该方法根据置钉情况分为 5 级:A 级,螺钉未穿破骨皮质;B 级,螺钉穿破骨皮质 ≤ 2 mm;C 级,螺钉穿破骨皮质 >2 mm;D 级,螺钉穿破骨皮质 >4 mm;E 级,螺钉穿破骨皮质 >6 mm。A、B 级为临床可接受的置钉位置,C~E 级为置钉位置不佳的螺钉。评价螺钉是否穿出皮质分别从横截面、矢状面、冠状面等三个维度进行判断。

1.6 观察指标 ①记录术中射线量、单钉置入时间、术中出血量;术后术区引流量及术后住院时间。②收集置钉数目、术中调整螺钉数目、在调整置钉前根据螺钉偏离及穿透情况对置入钉行 Gertzbein-Robbins 分级并记录;记录置钉相关血管神经损伤、随访术后 1 年内钉棒相关的并发症。

1.7 统计学处理 采用 SPSS 25.0 软件分析;计量资料采用 $\bar{x}\pm s$ 表示,采用 t 检验;计数资料采用 χ^2 检验; $P<0.05$ 认为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组围手术期结果比较 观察组术中射线量、单钉置入时间、术中出血量、术后术区引流量、术后住院时间均明显低于对照组($P<0.05$,表 1)。

2.2 两组置钉准确性比较 观察组共置入 116 枚螺钉(颈椎 22 枚,胸椎 64 枚,腰骶椎 30 枚),其中 A 级 97 枚,B 级 13 枚,C 级 6 枚;19 枚(16.38%)螺钉穿破皮质骨,不良置钉 6 枚(5.17%),术中调整置钉 21 枚(18.10%)。对照组共置入 90 枚螺钉(颈椎 28 枚,胸椎 44 枚,腰骶椎 18 枚),其中 A 级 62 枚,B 级 16 枚,C 级 11 枚,D 级 1 枚;28 枚(31.11%)螺钉穿破皮质骨,不良置钉 12 枚(13.33%),术中调整置钉 34 枚(37.78%)。观察组置钉穿破皮质骨发生率、不良置

表 1 两组围手术期结果比较

围手术期结果	观察组 (n=26)	对照组 (n=20)
术中射线量(mSv)	7.49±2.21*	10.03±3.19
单钉置入时间(min/枚)	17.69±4.06*	22.25±5.89
术中出血量(ml)	346.35±65.81*	464.15±117.38
术后术区引流量(ml)	1171.25±394.08*	1604.25±522.88
术后住院时间(d)	15.80±3.43*	18.25±3.49

注:与对照组相应值比,* $P<0.05$

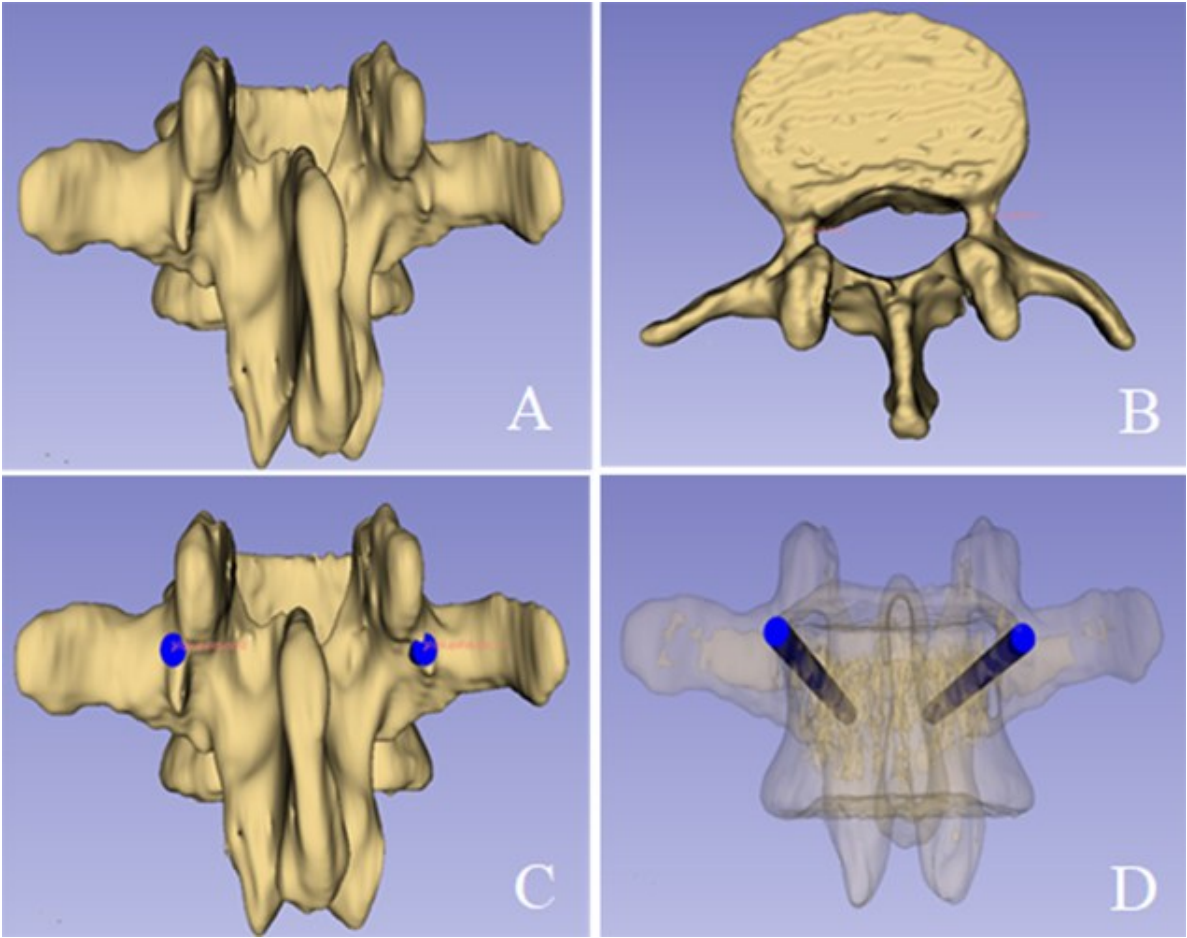


图 1 置钉相关数据测量及通道模拟

A. 运行Editor重建需置钉的L1模型;B. 运行Ruler测得L1左侧椎弓根宽为5.481 mm、右侧椎弓根宽为4.890 mm;C. 运行Curve-Maker模拟蓝色的置钉通道;D. 通过调节透明度,同时显示L1和模拟的置钉通道

钉率、术中调整置钉率均明显低于对照组($P<0.05$)。

2.3 两组置钉安全性比较 两组均无血管神经损伤,术后1年内对照组发生钉棒相关并发症1例。两组术后血管神经损伤、术后1年内钉棒相关并发症发生率均无统计学差异($P>0.05$)。

3 讨论

椎管内肿瘤切除术会造成医源性脊柱稳定性破坏,术后可能出现脊柱畸形、脊髓受压、神经功能障碍等并发症^[5]。椎弓根螺钉内固定技术被广泛应用于脊柱脊髓术后的脊柱内固定,但椎弓根的结构复杂、多变,传统的徒手置钉具有较长的学习曲线及准确性欠理想的缺点^[6]。

随着导航技术的进步,导航辅助下人工置钉及机器人辅助导航下置钉显著提高了置钉的准确性^[7],但存在价格昂贵、手术时间长、匹配注册操作复杂等缺点,还存在术前规划错误以及软组织过多或倾斜的骨面导致的置钉轨迹移位等情况^[8]。近年来,随着

数字化导航技术的进步,也有基于3D打印个体化导板辅助椎弓根螺钉置入的探索,这种个体化的定位与实物导板结合的方法,显著地提高了置钉的准确率,降低了术中导航漂移的风险^[9],但打印模型导向器对影像资料要求较高、制作过程比较复杂、模型制作时间长、费用高等,这些因素限制其临床推广及应用^[10]。目前,临床上常用徒手置钉后使用C臂透视辅助校准,不仅要求术者较高的技术操作和手术经验,而且反复的术中X射线透视,会产生较大的辐射,对医生和病人均有伤害。

3D-slicer软件是一款免费的开源图像分析处理平台,操作相对简单,而且支持功能扩展和改进,临床上已被广泛应用于高血压性脑出血穿刺引流等手术^[11]。打开该软件后,以DICOM格式导入病人CT及MRI数据,根据需要重建脊柱脊髓相关模型。一方面通过建立多模态虚拟模型能直观、全面显示手术时解剖结构,有助于评估手术难度和风险,熟悉手术。另一方面能通过该软件对术前虚拟模型测量,

而选择合适直径的螺钉、选择并模拟置入螺钉的进针位点、深度及角度,还将重建好的虚拟模型保存成为图片上传至手机;手术时通过手机上的 Sina 软件透视重叠到术区真实位置,据术前规划选择合适螺钉,在最佳进针位点、调整好深度及角度置入螺钉,从而提高置钉的准确性。该方法不需要购置额外设备,只需短周期的 3D-Slicer 建模学习,就可以将虚拟现实与增强现实简单结合起来,更精确、安全进行辅助手术操作。

影响该方法的应用效果的因素:①扫描时的体位与手术体位会出现偏差,导致 Sina 融合不能很好地重叠,推荐融合时图像标记点尽可能选择在同一椎体,同时术中充分地剥离脊柱附件周围软组织,有助于减少这种偏差;②因为 Sina 导入的图像是二维图片,如果不能全面地与真实的情况融合时,建议同时保存术中可能出现的多尺寸、多角度图片,尽量与手术时脊柱匹配;③因手持姿势会导致图像透视融合较差,推荐使用偏长、可以任意弯曲的手机固定架固定手机,同时还可让助手在台下辅助完成;④确定置钉方向时,建议选择三个以上的解剖恒定点与图像完全重合,来确定方向,比如棘突、双侧的上下关节突;⑤手术切除椎板后,融合时骨性结构标志则会丢失,在充分剥离软组织暴露两侧椎板后,先用克氏针建立置钉通道,再打开椎板切除肿瘤,然后置钉,这样既不丢失解剖标志以更好融合定位,又不遮挡肿瘤切除时的手术视野。

总之,与徒手定位置钉相比,3D-Slicer 联合 sina 软件辅助椎弓根置钉,明显提高置钉的准确性,并具减少手术相关的副损伤,缩短住院时间。

【参考文献】

[1] Samartzis D, Gillis CC, Shih P, *et al.* Intramedullary spinal cord tumors: part II --management options and outcomes [J]. *Global Spine J*, 2016, 6(2): 176-185.

[2] Song Z, Zhang Z, Ye Y, *et al.* Efficacy analysis of two surgical treatments for thoracic and lumbar intraspinal tumours

[J]. *BMC Surg*, 2019, 19(1): 131.

[3] Nicoletti G, Furnari M, Giuffrida M, *et al.* A new tool to improve pedicle screw placement accuracy in navigated spine surgery: a mono centric study [J]. *J Neurosurg Sci*, 2021, 65(3): 348-353.

[4] Gertzbein SD, Robbins SE. Accuracy of pedicular screw placement in vivo [J]. *Spine (PhilaPa1976)*, 1990, 15(1): 11-14.

[5] Fachrisal, Setiawan E, Alhuraiby SS. Functional outcome in intradural extramedullary tumor patients: case series [J]. *Ann Med Surg (Lond)*, 2020, 54: 71-73.

[6] Fichtner J, Hofmann N, Rienmüller A, *et al.* Revision rate of misplaced pedicle screws of the thoracolumbar spine-comparison of three-dimensional fluoroscopy navigation with freehand placement: a systematic analysis and review of the literature [J]. *World Neurosurg*, 2018, 109: e24-e32.

[7] Laudato PA, Pierzchala K, Schizas C. Pedicle screw insertion accuracy using arm, robotic guidance, or freehand technique: a comparative study [J]. *Spine (PhilaPa1976)*, 2018, 43(6): E373-E378.

[8] Hagan MJ, Syed S, Leary OP, *et al.* Pedicle screw placement using intraoperative computed tomography and computer-aided spinal navigation improves screw accuracy and avoids postoperative revisions: single-center analysis of 1400 pedicle screws [J]. *World Neurosurg*, 2022, 160: e169-e179.

[9] Kanawati A, Rodrigues Fernandes RJ, Gee A, *et al.* The development of novel 2-in-1 patient-specific, 3d-printed laminectomy guides with integrated pedicle screw drill guides [J]. *World Neurosurg*, 2021, 149: e821-e827.

[10] 欧阳鹏荣, 贺西京, 王 栋, 等. 3D 打印导航模板在寰枢椎椎弓根螺钉置钉中的应用 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2020, 22(10): 862-866.

[11] 彭逸龙, 伍 益, 陈少霁, 等. 3D-slicer 软件+手机 sina 软件在高血压性脑出血穿刺引流术中的应用 [J]. *中国临床神经外科杂志*, 2018, 23(6): 427-429.

(2022-01-24 收稿, 2022-03-24 修回)